

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - BACHARELADO**

**PREVENDO O POTENCIAL DE
ADEQUABILIDADE CLIMÁTICA EM
POPULAÇÕES DE *Melipona capixaba* (Moure &
Camargo, 1994) TRAFICADAS ILEGALMENTE**

MARIA EDUARDA DE OLIVEIRA SILVA

**São Mateus/ES
Dezembro/2023**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – BACHARELADO**

**PREVENDO O POTENCIAL DE
ADEQUABILIDADE CLIMÁTICA EM
POPULAÇÕES DE *Melipona capixaba* (Moure &
Camargo, 1994) TRAFICADAS ILEGALMENTE**

MARIA EDUARDA DE OLIVEIRA SILVA

Monografia de conclusão de curso apresentada ao curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de BACHAREL EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS.

Orientador: Antônio Freire de Carvalho Filho

Coorientador: Vander Calmon Tosta

**São Mateus/ES
Dezembro/2023**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor: **Maria Eduarda de Oliveira Silva**

Título: **PREVENDO O POTENCIAL DE ADEQUABILIDADE CLIMÁTICA EM POPULAÇÕES DE *Melipona capixaba* (Moure & Camargo, 1994) TRAFICADAS ILEGALMENTE**

Monografia do Curso de Ciências Biológicas (Bacharelado)
Defendida e aprovada em 05/12/2023

Com nota 8,5 pela comissão julgadora:

Documento assinado digitalmente
gov.br ANTONIO FREIRE DE CARVALHO FILHO
Data: 14/12/2023 14:16:33-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientador e presidente da Comissão Examinadora
Dr. Antônio Freire de Carvalho Filho

Documento assinado digitalmente
gov.br CRISTIANO LUIZ SILVA TAVARES
Data: 14/12/2023 09:35:40-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Me. Cristiano Luiz Silva Tavares (Instituto Federal do Espírito Santo)

Documento assinado digitalmente
gov.br DIEGO HOFFMANN
Data: 13/12/2023 12:51:09-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Diego Hoffmann (Universidade Federal do Espírito Santo)

Documento assinado digitalmente
gov.br VANDER CALMON TOSTA
Data: 14/12/2023 10:03:54-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Coorientador

Prof. Dr. Vander Calmon Tosta (Universidade Federal do Espírito Santo)

Centro Universitário Norte do Espírito Santo

Rodovia BR 101 Norte, Km. 60, Bairro Litorâneo, CEP 29932-540

São Mateus - ES

Sítio eletrônico: <http://www.ceunes.ufes.br>

AGRADECIMENTOS

- Primeiramente gostaria de agradecer ao meu irmão Romário Junior, por me ajudar sempre a não desistir, por ficar comigo nas noites sem dormir para estudar, em todos os momentos difíceis durante a minha graduação e o doutorado dele, no qual com todos os desafios que estava passando ainda me fazia sorrir e não enlouquecer com tantas demandas, e principalmente, por ser minha maior inspiração.
- Ao pessoal do laboratório LABELHAS, em especial a Raissa Sá, minha amiga-irmã, que permaneceu fiel desde o primeiro período, que tem me apoiado e confiado no meu potencial sempre, a você eu nem tenho como agradecer, pois quando eu estava na pior fase, foi ela quem me levantou e me ajudou a enfrentar tudo, MUITO obrigada amiga!
- As minhas amigas do laboratório, Letícia por todo aprendizado e gentileza, à Tatiele por todos momentos engraçados e as fofocas, à Julia por todas horas de calma e tranquilidade, à Alice por todos nossos momentos juntas. E meu grande amigo Guilherme Soares, que está comigo desde o ensino médio, agradeço a vocês por todos os momentos descontraídos, e os momentos difíceis também.
- Agradeço meu orientador Antônio Carvalho, por aceitar me orientar, fazer com que um trabalho difícil seja levado com tanta leveza, agradeço principalmente por me ajudar a desenvolver um trabalho que tenho muito orgulho de ter feito.
- Ao meu coorientador Vander Calmon Tosta, por sempre ter me ajudado e fazendo de tudo pelos seus orientados. Assim como o colega Matheus Calvacante, por me ajudar na minha pesquisa, me ensinando em pouco tempo a desenvolver projetos no Qgis, assim como os scripts no R, sem você certeza que seria muito mais complicado.
- E a todos que me ajudaram de alguma forma.

SUMÁRIO

RESUMO	VIII
ABSTRACT	IX
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 METODOLOGIA.....	04
2.1 Dados Amostrais.....	04
2.2 Variáveis Ambientais.....	06
2.3 Modelagem de nicho climático.....	08
2.4 Monitoramento do tráfico	09
4 RESULTADOS	09
5 DISCUSSÃO	12
6 CONCLUSÃO.....	17
7 REFERÊNCIAS	18

SUMÁRIO DE FIGURAS

Figura 1. Abelha <i>Melipona capixaba</i>	02
Figura 2. Locais de ocorrência natural da espécie <i>Melipona capixaba</i>	04
Figura 3. Teste de correlação de Pearson	08
Figura 4. Modelagem de distribuição da abelha <i>Melipona capixaba</i> no estado Espírito Santo	11
Figura 5. Modelagem de distribuição locais do tráfico	14

SUMÁRIO DE TABELAS

Tabela S1. Coordenadas geográficas dos locais de ocorrência natural da espécie <i>Melipona capixaba</i>	05
Tabela S2. Valores para o teste de área sobre a curva (AUC).....	10

RESUMO

O manejo das abelhas sem ferrão, também conhecidas como abelhas indígenas, é denominado meliponicultura, em cuja atividade as abelhas são mantidas em colônias pelos produtores. Devido à importância destas espécies na polinização de diferentes culturas de interesse para o agronegócio e do grande potencial melífero de algumas espécies, nos tempos atuais, muitas espécies são mantidas em meliponários para serem manejadas comercialmente. Devido ao referido manejo de ninhos, acontecem translocações irrestritas de colônias entre os meliponicultores para diferentes regiões, análises recentes demonstram que a atividade pode impactar diretamente na diversidade genética e de parasitas que afetam as populações. Em determinadas localidades, embora essa venda possa se dar de forma legal, vendas irrestritas para diversas regiões do país têm sido reportadas. A abelha urucu capixaba, *Melipona capixaba* Moure e Camargo, 1994 (Hymenoptera: Apidae: Meliponini), é uma espécie endêmica ao estado do Espírito Santo, que se encontra na lista de animais ameaçados de extinção do IBAMA, categorizada como Em Perigo. Diante do contexto atual de introdução da espécie em regiões onde a mesma não é nativa, uma estratégia elegante que pode ser utilizada para saber se os indivíduos dessa espécie poderiam se adaptar a essas novas regiões se dá através da modelagem de distribuição potencial baseada em características climáticas. Portanto, o objetivo do trabalho consistiu em revisar a distribuição original de *M. capixaba* e construir um modelo de distribuição potencial para a espécie em toda a sua área de ocorrência. Gerando um modelo com dados climáticos e de ocorrência da espécie, assim como, outros modelos foram simulados e projetados em áreas de translocação recente visando analisar se as zonas em que a espécie está sendo introduzida, mediante tráfico ilegal, possuem capacidades ambientais, a nível climático, com potencial para a manutenção de populações da espécie. Os resultados nos permitiram evidenciar que a espécie está em locais distantes da sua distribuição natural, locais estes onde a espécie está sendo introduzida pelo tráfico ilegal, em regiões com médias de temperatura e médias de precipitação diferentes do essencial para que a espécie possa ter um sucesso ecológico. A modelagem de distribuição potencial da espécie mostrou que todos os modelos de treinamento da AUC foram superiores a 0,800, apresentando valores satisfatórios. Monitoramento de tráfico ilegal da abelha *M. capixaba*, resultou na descoberta de ninhos da espécie, em 4 estados distantes dos pontos de ocorrência natural dela: Para, Rio Grande do Norte, São Paulo e Santa Catarina.

Palavras-chave: Abelhas, Nativas, Modelagem, Distribuição, Tráfico

ABSTRACT

The management of stingless bees, also known as indigenous bees, is called meliponiculture, in which the bees are kept in colonies by producers. Due to the importance of these species in the pollination of different crops of interest to agribusiness and the great honey potential of some species, in current times, many species are kept in meliponaries to be managed commercially. Due to the aforementioned nest management, unrestricted translocations of colonies occur between meliponiculturists to different regions. Recent analyzes demonstrate that the activity can directly impact the genetic and parasite diversity that affect populations. In certain locations, although this sale can take place legally, unrestricted sales to different regions of the country have been reported. The Espírito Santo uruçú bee, *Melipona capixaba* Moure and Camargo, 1994 (Hymenoptera: Apidae: Meliponini), is a species endemic to the state of Espírito Santo, which is on IBAMA's list of animals threatened with extinction, categorized as Endangered. Given the current context of introducing the species into regions where it is not native, an elegant strategy that can be used to find out whether individuals of this species could adapt to these new regions is through modeling potential distribution based on climatic characteristics. Therefore, the objective of the work was to review the original distribution of *M. capixaba* and build a potential distribution model for the species throughout its area of occurrence. Generating a model with climatic and species occurrence data, as well as other models were simulated and designed in areas of recent translocation in order to analyze whether the areas in which the species is being introduced, through illegal trafficking, have environmental capabilities, at a climatic level, with potential for maintaining populations of the species. The results allowed us to highlight that the species is in places far from its natural distribution, places where the species is being introduced through illegal trafficking, in regions with average temperatures and average precipitation different from what is essential for the species to be successful. ecological. Modeling the species' potential distribution showed that all AUC training models were greater than 0.800, presenting satisfactory values. Monitoring illegal trafficking of the *M. capixaba* bee resulted in the discovery of nests of the species in 4 states far from its natural occurrence points: Para, Rio Grande do Norte, São Paulo and Santa Catarina.

Keywords: Bees, Natives, Modeling, Distribution, Trafficking

1 INTRODUÇÃO

As espécies de abelhas sociais nativas, produtoras de mel e própolis, estão sujeitas ao manejo por diversos produtores rurais, mais comumente na agricultura familiar, em diversas regiões tropicais e subtropicais do planeta. O manejo das abelhas sem ferrão (ASF), também conhecidas como abelhas indígenas, é denominado meliponicultura, em cuja atividade as abelhas são mantidas em colônias pelos produtores. Essa atividade, quando executada de modo sustentável, favorece a manutenção da biodiversidade vegetal, e também cria incentivos para a proteção das áreas naturais visitadas pelas abelhas (Maia, 2015). As abelhas sem ferrão, produtoras de mel e própolis, do continente americano são uma importante fonte de renda para comunidades rurais e o manejo tem sido praticado por diferentes civilizações desde os períodos pré-colombianos (Koser et. al, 2020). Devido à importância destas espécies na polinização de diferentes culturas de interesse para o agronegócio e do grande potencial melífero de algumas espécies, nos tempos atuais, muitas espécies são mantidas em meliponários para serem manejadas comercialmente. Portanto, para o sucesso da meliponicultura no Brasil, torna-se necessário conhecer as demandas sociais e ambientais, bem como as relativas consequências que podem advir da meliponicultura. Devido ao referido manejo de ninhos e translocações irrestritas de colônias entre os meliponicultores para diferentes regiões, análises recentes demonstram que a atividade pode impactar diretamente na diversidade genética e de parasitas que afetam as populações manejadas e silvestres (Carvalho, 2022). O Brasil possui uma considerável riqueza quando se trata de abelhas nativas, com mais de 1500 espécies, em sua maioria solitárias. Para os grupos sociais, entre os diferentes espécimes existentes de abelhas sem ferrão, já foram catalogadas cerca de 240 espécies no país (Pedro, 2014), as mesmas também podem ser chamadas de Meliponas, e habitam regiões com clima tropical e subtropical no planeta. O mel das ASF apresenta um valor alto de mercado, quando comparado à espécie europeia *Apis mellifera*, a qual figura como a espécie mais utilizada para a produção melífera no Brasil (Koser et. al, 2020).

A abelha urucu capixaba, *Meliponacapixaba* Moure e Camargo, 1994 (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) (Figura 1), é uma espécie endêmica ao estado do Espírito Santo (Silveira et. al. 2015), que hoje se encontra na lista de animais ameaçados de extinção do IBAMA, categorizada como Em Perigo (IBAMA, 2022). A espécie é endêmica à Mata Atlântica, com habitat natural nas regiões de montanhas do Espírito Santo (Moure & Camargo, 1994), e é conhecida popularmente por diferentes nomes em

determinadas regiões, dentre os mais comuns “uruçu-preta” e “uruçu-capixaba”. Ao ser analisada pela primeira vez e descrita, *M. capixaba* foi relacionada às espécies de *Meliponas* da Amazônia, em que achava-se que houve a translocação de ninhos para o Espírito Santo, tendo sua possível introdução no estado, o que tornaria o seu caso um problema biogeográfico (Moure & Camargo, 1994). A espécie possui uma área de distribuição restrita, sendo provavelmente a menor distribuição entre as abelhas sem ferrão (Gomes, 2017), mesmo estando em um dos biomas que apresenta uma fauna mais rica em biodiversidade. Com a expansão de atividades agrícolas, o desmatamento se tornou mais evidente, gerando consequentemente a fragmentação do habitat natural desta espécie (Gomes, 2017), colocando-a, no ano de 2003, na lista de Espécies Brasileiras Ameaçadas de Extinção, na categoria Vulnerável (Brasil, 2003). Associada aos fatores de desmatamento, a utilização de agrotóxicos (Gomes, 2017), e a distribuição limitada da *M. capixaba*, no ano de 2014 a espécie foi reclassificada na categoria Em Perigo (Brasil, 2014).



Figura 1. Abelha *Melipona capixaba*
Fonte: Gustavo Zambon Dalbó

A área geográfica em que a abelha *M. capixaba* está distribuída é composta por remanescentes de Mata Atlântica (Pedro, 2014), caracterizados por uma vegetação densa, temperaturas mais baixas, e altitudes elevadas, quando relacionadas a outras regiões. Por ter características específicas para a sobrevivência, a introdução da espécie em determinados locais pode acarretar na morte da colônia. A espécie pode ser encontrada em 12 municípios do Espírito Santo (Resende, 2012), a saber: Domingos

Martins, Conceição do Castelo, Castelo, Venda Nova do Imigrante, Alfredo Chaves, Brejetuba, Marechal Floriano, Vargem Alta, Santa Maria de Jetibá e Afonso Cláudio (Figura 2). A temperatura nestes locais varia entre 18°C a 23°C e a variação da altitude se dá entre 800 e 1200 metros (Pessoa, 2022).

Devido à sua distribuição restrita, o desmatamento é uma ameaça para a espécie *M. capixaba*, pois com a destruição dos recursos florais e de nidificação, ocasiona a redução e isolamento das populações (Rios, 2018), favorecendo a endogamia e a perda da diversidade genética de suas populações (Cristiano, 2009). Essa perda de diversidade genética pode resultar em uma maior vulnerabilidade dos indivíduos a predadores, parasitas em seus ninhos, e até mesmo outras espécies de abelhas sem ferrão (Cristiano, 2009). Diante dessa problemática, Resende (2012) e Raad (2017) já evidenciaram que é possível o cruzamento entre a espécie *M. capixaba* e *M. scutellaris*, quando são colocadas em áreas próximas. Nesses estudos, é destacado que as duas espécies são capazes de gerar híbridos férteis.

A lei que normatiza a criação de Abelhas Sem Ferrão no Estado do Espírito Santo é a Lei Nº 11.077, de 27 de novembro de 2019. Nela é reafirmado que a criação de ASF será restrita à região geográfica de ocorrência natural das espécies, portanto, o comércio de *M. capixaba* está fortemente ligado a ilegalidades, elevando a importância do estudo do tema cujos danos são significativos à biodiversidade, aos ecossistemas e aos animais que estão sendo deslocados do seu habitat natural (Abdalla, 2007).

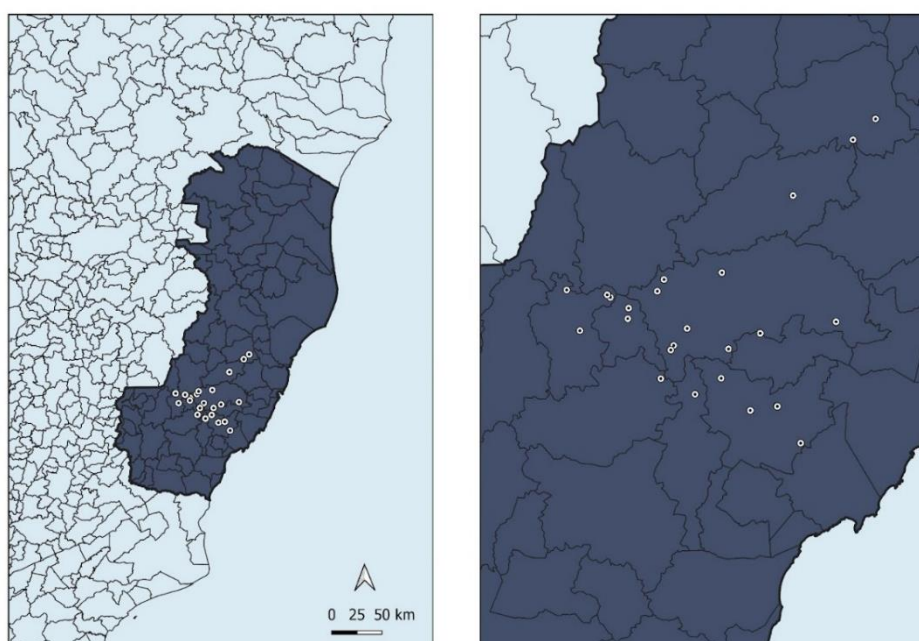


Figura 2. Locais de ocorrência natural da espécie *Melipona capixaba*.

Diante do contexto atual de introdução da espécie em regiões onde a mesma não é nativa, uma estratégia elegante que pode ser utilizada para saber se os indivíduos dessa espécie poderiam se adaptar a essas novas regiões se dá através da modelagem de distribuição potencial baseada em características climáticas. A modelagem é um método computacional que possibilita estimar a distribuição potencial de uma espécie (Trindade, 2019), que irá caracterizar e identificar as condições ambientais mais favoráveis para a espécie a ser estudada. Mediante a construção de um modelo de nicho climático construído para a espécie, projeções podem ser simuladas em áreas de introdução artificial e, assim, prever o potencial sucesso da espécie em estabelecer populações nessas novas áreas.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho consistiu em revisar a distribuição original de *M. capixaba* e construir um modelo de distribuição potencial para a espécie em toda a sua área de ocorrência. A partir desse modelo construído com dados climáticos e de ocorrência da espécie, outros modelos foram simulados e projetados em áreas de translocação recente visando analisar se as zonas em que a espécie está sendo introduzida, mediante tráfico ilegal, possuem capacidades ambientais, a nível climático, com potencial para a manutenção de populações da espécie. Para alcançar este objetivo, a execução de alguns passos específicos foi necessária, a saber: 1. construir modelos de distribuição potencial para a espécie *M. capixaba* em sua área de ocorrência original; 2. levantar dados de tráfico para a espécie; e 3. Simular cenários de ocorrência potencial para a espécie nas áreas em que ela está sendo comercializada ilegalmente.

2 Materiais e Métodos

2.1 Dados Amostrais

Para a realização de um modelo confiável, os registros de ocorrência natural da espécie *M. capixaba* foram obtidos através dos bancos de dados informatizados, como o Global Biodiversity Information Facility (GBIF, <https://www.gbif.org>), e species Link (<http://smlink.cria.org.br>), assim como na literatura, através de artigos científicos previamente publicados. Depois de selecionados e filtrados no software Rstudio, com uma distância de 5km entre os pontos, o conjunto final de dados ficou em 20 (vinte) pontos de ocorrências (Tabela 1).

Tabela 1. Coordenadas geográficas dos locais de ocorrência natural da espécie *Melipona capixaba*

Cidade	Latitude	Longitude
Paraju- Domingos Martins	-20.243	-40.916
Santa Teresa	-19.953	-40.606
Aracê- Domingos Martins	-20.404	-41.032
Aracê- Domingos Martins	-20.28	-41.065
Limoeiro - Castelo	-20.478	-41.064
Conceição do Castelo	-20.27	-41.272
Venda Nova do Imigrante	-20.316	-41.132
Conceição do Castelo	-20.363	-41.245
Aracê- Domingos Martins	-20.416	-40.907
Urânia - Alfredo Chaves	-20.482	-40.926
Conceição do Castelo	-20.29	-41.173

Barra do Batatal - Alfredo Chaves	-20.549	-40.801
Matilde - Alfredo Chaves	-20.557	-40.862
Vargem Alta -	-20.516	-40.987
Centro - Domingos Martins	-20.363	-40.659
Santa Maria de Jetibá	-20.074	-40.747
Araguaia - Mal. Floriano	-20.383	-40.833
Alfredo Chaves	-20.635	-40.749
Santa Teresa - ES	-19.907	-40.552
Aracê- Domingos Martins	-20.366	-41

2.2 Variáveis Ambientais

As variáveis bioclimáticas foram obtidas no banco de dados World Clim - Global Climate Data (www.worldclim.org), o qual fornece informações climáticas globais de alta resolução espacial, elas foram utilizadas para elaborar as simulações de modelagem de distribuição potencial para a espécie. Foram utilizados dados climáticos históricos, com 19 (dezenove) variáveis, que representam a média dos anos entre 1970-2000. Essas variáveis também podem ser chamadas de camadas (*layers*), e representam as tendências anuais, de diversos fatores ambientais, podendo ser limitantes ou extremos. As camadas foram exportadas no software Rstudio, onde foram cortadas no

local de ocorrência natural da espécie, o estado do Espírito Santo (Figura 1). Em seguida, foi realizada uma análise de correlação entre as diferentes variáveis, para ser gerado um modelo mais confiável e seguro, onde as camadas sobrepostas não ficassem de forma exagerada, foram selecionadas apenas as camadas com uma maior correlação para o modelo, e que possuía um menor nível de correlação entre si. Para essa análise multivariável, foi feito o teste de correlação de Pearson, o coeficiente de correlação desse teste devolve valores entre -1 a 1 (onde é representado pela letra r, e $r = 1$). Aqui, o algoritmo relaciona a correlação entre duas variáveis, quando negativa ou positiva, ou seja, quando uma variável aumenta seu valor a outra diminui, à medida que o valor se aproxima do 1, irá ficar mais correlacionada. Onde x_1, x_2, \dots, x_n e y_1, y_2, \dots, y_n são os valores medidos de ambas as variáveis, mediante a seguinte fórmula:

$$\bullet r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} = \frac{cov(X,Y)}{\sqrt{var(X) \cdot var(Y)}}$$

Após a análise das variáveis e feito o teste de correlação que tinha como limiar o valor de 0,7, as variáveis selecionadas foram BIO1 (Temperatura Média Anual), BIO3 (Isotermidade (BIO2/BIO7) ($\times 100$)), BIO4 (Sazonalidade de temperatura (desvio padrão $\times 100$)), BIO12 (Precipitação Anual), BIO13 (Precipitação do mês mais chuvoso), e BIO15 (Sazonalidade da Precipitação (Coeficiente de Variação)).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1		bio01	bio02	bio03	bio04	bio05	bio06	bio07	bio08	bio09	bio10	bio11	bio12	bio13	bio14	bio15	bio16	bio17
2	bio01	1	-0.48585	-0.59781	-0.38736	0.984271	0.974476	-0.42373	0.999388	0.999007	0.999599	0.999007	-0.70838	-0.64792	0.292137	-0.33594	0.223633	0.223633
3	bio02	-0.48585	1	0.897872	0.796497	-0.33067	-0.66725	0.985793	-0.46731	-0.52033	-0.4736	-0.52033	0.233155	0.700678	-0.7739	0.843288	-0.67677	-0.67677
4	bio03	-0.59781	0.897872	1	0.522202	-0.48851	-0.72583	0.811333	-0.59081	-0.62013	-0.59602	-0.62013	0.530933	0.840723	-0.55012	0.651874	-0.39988	-0.39988
5	bio04	-0.38736	0.796497	0.522202	1	-0.24551	-0.5473	0.860708	-0.35692	-0.42548	-0.36361	-0.42548	-0.18112	0.322968	-0.85563	0.858666	-0.90605	-0.90605
6	bio05	0.984271	-0.33067	-0.48851	-0.24551	1	0.92118	-0.25959	0.987879	0.976084	0.987022	0.976084	-0.73694	-0.57594	0.154271	-0.18911	0.092125	0.092125
7	bio06	0.974476	-0.66725	-0.72583	-0.5473	0.92118	1	-0.61493	0.968572	0.982776	0.970433	0.982776	-0.64595	-0.71613	0.455367	-0.50553	0.376241	0.376241
8	bio07	-0.42373	0.985793	0.811333	0.860708	-0.25959	-0.61493	1	-0.40177	-0.46092	-0.40812	-0.46092	0.109656	0.610085	-0.81745	0.871347	-0.74702	-0.74702
9	bio08	0.999388	-0.46731	-0.59081	-0.35692	0.987879	0.968572	-0.40177	1	0.997115	0.999842	0.997115	-0.72649	-0.64921	0.26707	-0.31225	0.194519	0.194519
10	bio09	0.999007	-0.52033	-0.62013	-0.42548	0.976084	0.982776	-0.46092	0.997115	1	0.997683	1	-0.69153	-0.66034	0.329589	-0.3744	0.261723	0.261723
11	bio10	0.999599	-0.4736	-0.59602	-0.36361	0.987022	0.970433	-0.40812	0.999842	0.997683	1	0.997683	-0.72362	-0.65151	0.273651	-0.31872	0.200891	0.200891
12	bio11	0.999007	-0.52033	-0.62013	-0.42548	0.976084	0.982776	-0.46092	0.997115	1	0.997683	1	-0.69153	-0.66034	0.329589	-0.3744	0.261723	0.261723
13	bio12	-0.70838	0.233155	0.530933	-0.18112	-0.73694	-0.64595	0.109656	-0.72649	-0.69153	-0.72362	-0.69153	1	0.702917	0.218186	-0.11841	0.390575	0.390575
14	bio13	-0.64792	0.700678	0.840723	0.322968	-0.57594	-0.71613	0.610085	-0.64921	-0.66034	-0.65151	-0.66034	0.702917	1	-0.44274	0.561963	-0.24362	-0.24362
15	bio14	0.292137	-0.7739	-0.55012	-0.85563	0.154271	0.455367	-0.81745	0.26707	0.329589	0.273651	0.329589	0.218186	-0.44274	1	-0.96948	0.946797	0.946797
16	bio15	-0.33594	0.843288	0.651874	0.858666	-0.18911	-0.50553	0.871347	-0.31225	-0.3744	-0.31872	-0.3744	-0.11841	0.561963	-0.96948	1	-0.92447	-0.92447
17	bio16	0.223633	-0.67677	-0.39988	-0.90605	0.092125	0.376241	-0.74702	0.194519	0.261723	0.200891	0.261723	0.390575	-0.24362	0.946797	-0.92447	1	1
18	bio17	0.223633	-0.67677	-0.39988	-0.90605	0.092125	0.376241	-0.74702	0.194519	0.261723	0.200891	0.261723	0.390575	-0.24362	0.946797	-0.92447	1	1

Figura 3. Teste de correlação de Pearson

2.3 Modelagem de nicho climático

Há diferentes formas de se realizar a modelagem e uma das ferramentas mais populares é o software de código aberto Maxent, onde o algoritmo vai selecionar um modelo de distribuição potencial da espécie estudada com uma maior entropia baseado em dados de ocorrência observada para a espécie e em informações ambientais (Trindade, 2019). O modelo de distribuição é construído através da aplicação de um algoritmo, cujo resultado pode ser transformado em um mapa que irá mostrar a probabilidade da espécie ocorrer em regiões de acordo com as condições observadas na região de interesse informada ao programa, gerando diferentes versões de modelos de nicho, que relacionam a distribuição observada da espécie (pontos amostrais) com os dados ambientais (i.e., dados climáticos), revelando a relação de adequação da espécie à área em questão.

A modelagem de nicho climático foi realizada utilizando o software Maxent (Entropia Máxima) versão 3.4.4. As seis variáveis selecionadas e os dados de ocorrência foram utilizados para as simulações no software para as previsões.

Para a escolha da melhor combinação, e ser de características relacionadas ao modelo de nicho climático da espécie em estudo, foram realizadas 10 repetições com a margem de erro de teste (“*random test percentage*”) de 70%; ou seja, 70% das amostras (localidades) foram usadas como *input* para gerar os modelos e 30% usados para testá-los. Após os modelos gerados, a avaliação do melhor modelo foi realizada a partir dos resultados apresentados na “área sobre a curva (do inglês *Area Under the Curve*, ou AUC)”. Após essa etapa, os dados gerados no software foram exportados e, a partir dos

mesmos, foi elaborado o mapa de distribuição potencial da espécie no software Qgis (versão 3.34.0).

Após a escolha do melhor modelo, utilizamos a referida simulação para explorar cenários de distribuição potencial em localidades em que a espécie está sendo introduzida mediante tráfico de ninhos. A determinação das áreas de introdução foi realizada seguindo o exposto na seguinte seção.

2.4 Monitoramento de tráfico ilegal de *Melipona capixaba*

O monitoramento do tráfico de abelhas da espécie *M. capixaba* baseou-se em buscas em plataformas de comércio online, sites e redes sociais e dos dados publicados por Carvalho (2022). Para avaliação das ilegalidades, foi realizado um levantamento de anúncios de venda da espécie. As buscas foram realizadas nas plataformas “Mercado Livre” e “MF Rural”, no site “Abelhas.org”, e nas redes sociais Instagram e Facebook. As pesquisas do comércio online foram realizadas a partir de 5 palavras-chaves, todas relacionadas a nomes populares e locais da espécie, como “uruçu-preta”, “uruçu-capixaba”, “melipona capixaba”, “pé-de-pau” e “uruçu-negra”.

3 RESULTADOS

O conjunto de dados final somou 20 pontos de ocorrência da ASF *M. capixaba*, após uma análise onde foram removidos pontos muito próximos, e deixados apenas os locais de ocorrência com no mínimo 5 km de distância para evitar amostragem de indivíduos do mesmo ninho. Com os dados de ocorrência selecionados, foi feito o corte das variáveis no software Rstudio e logo após feito a análise multivariável, para a determinação das variáveis que seriam utilizadas para gerar o modelo de distribuição potencial da espécie. A análise foi feita com o coeficiente de correlação de Pearson, e foram escolhidas as variáveis que possuíam no máximo 0,7 de correlação entre si, para que as mesmas não ficassem repetitivas, e tivessem um maior grau de diferença. Após o teste as seis variáveis selecionadas foram Bio 01, 03, 04, 12, 13 e 15 (que representam a temperatura média anual, isotermidade, sazonalidade de temperatura, precipitação anual, precipitação do mês mais chuvoso e sazonalidade da precipitação, respectivamente). As curvas de resposta (mostram como a variação de cada variável ambiental afeta a probabilidade de presença da espécie em se adaptar naquele local.

Em relação às variáveis de temperatura (Temperatura Média Anual (Bio 01), Isotermidade (Bio 03) e a Sazonalidade de temperatura (Bio 04)), é possível verificar que a espécie *M. capixaba* obteve maior valor de adequabilidade nos locais mais frios, locais estes de temperaturas mais amenas. Quanto à precipitação (Precipitação Anual (Bio 12), Precipitação do mês mais chuvoso (Bio 13) e Sazonalidade da precipitação - coeficiente de variação (Bio 15), a espécie possui mais adequabilidade em locais mais chuvosos e úmidos.

Tabela 2 - Valores para o teste de área sobre a curva (AUC) da espécie *M. capixaba*

Species	Test AUC
Melipona_capixaba_0	0.9681
Melipona_capixaba_1	0.9683
Melipona_capixaba_2	0.9578
Melipona_capixaba_3	0.9668
Melipona_capixaba_4	0.9594
Melipona_capixaba_5	0.9196
Melipona_capixaba_6	0.9436
Melipona_capixaba_7	0.9468
Melipona_capixaba_8	0.9616
Melipona_capixaba_9	0.8803
Melipona_capixaba (average)	0.9472

A modelagem de distribuição potencial da espécie mostrou que todos os modelos de treinamento da AUC foram superiores a 0,800 (tabela S2), apresentando

valores satisfatórios. As previsões do software Maxent, vão de zero a um, na qual quanto mais próximo de zero, menor será a capacidade de adequação da espécie, e quanto mais próximo de um, maiores chances de adaptação da espécie naquele local. No mapa (figura.3) é possível visualizar os índices de locais no Espírito Santo com melhores adaptações para a espécie *M. capixaba*, no qual a espécie tem melhor adaptação às condições climáticas e meteorológicas, a medida que fica na cor mais vermelha (índice de 0,7677 - 1,000), nessa rampa de cores espectrais.

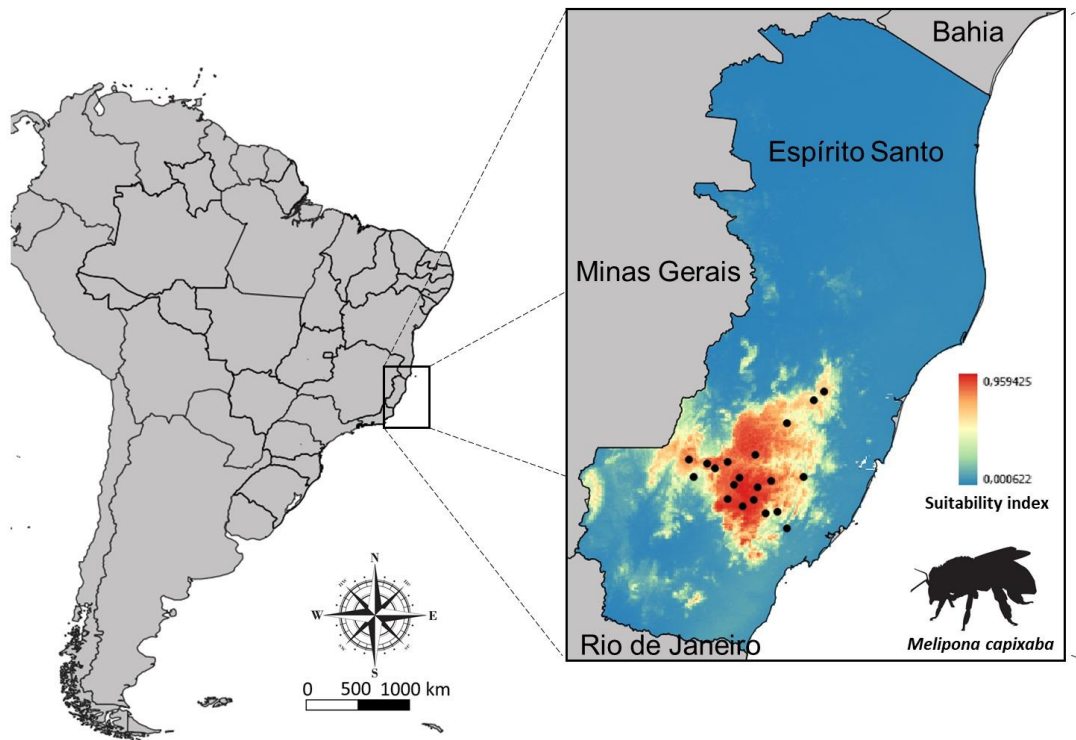


Figura 4. Modelagem de distribuição da abelha *Melipona capixaba* no estado Espírito Santo

Através das pesquisas do comercio ilegal e dados de estudos, ninhos da espécie foram encontrados em 4 estados diferentes de onde a espécie é endêmica: Paraná, Rio Grande do Norte, São Paulo e Santa Catarina). Durante o monitoramento do tráfico da ASF *M. capixaba*, foram encontrados vendedores online que estavam comercializando a caixa de ninho nos valores entre R\$ 500 à R\$ 2.000, o que é equivalente a US \$ 101,95 à US \$ 407,80 (Considerando o valor do dolar atual, ou seja, \$ 1,00= R\$ 4,90).

4 DISCUSSÃO

Assim como descrito por Resende (2008), a *M. capixaba* é uma espécie com uma área de ocorrência mais restrita, portanto além de ter uma pequena população devido suas exigências ecológicas para sobrevivência da espécie, a mesma é sujeita a muita influência do meio externo. Afetando-a principalmente em razão dos desmatamentos, a expansão dos monocultivos maiores, assim como o uso de inseticidas (Serra, 2012). Por conseguinte, a abelha encontra-se na lista PAN (Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Insetos Polinizadores), na categoria de espécies ameaçadas, com a vigência de 2022 até 2027. O PAN é um projeto de conservação, de extrema importância visando o quão importante é a polinização, para a manutenção da biodiversidade no bioma que a abelha *M. capixaba* poliniza.

Um dos fatores que acrescentam para a espécie permanecer na lista de espécies ameaçadas, é principalmente a ação antrópica, pois não possui parasitas ou inimigos naturais específicos para a espécie (Serra, 2012), no entanto a espécie possui relações mutualista e comensal com determinadas espécies de fungo e mosca (Melo, 1996). Entre seus predadores naturais destacam-se as formigas, os forídeos, répteis pequenos como as lagartixas, e até mesmo outras colônias de ASF próximas (Nogueira, 2009), quando o ninho se encontra mais fraco e vulnerável.

Um exemplo de espécie que pode enfraquecer uma colônia de Uruçu-capixaba, é a abelha-limão (*Lestrimelitta limao*), esta invade os ninhos de outras abelhas e matam suas operárias, logo após roubam seu alimento, são consideradas abelhas ladras (Serra, 2012). Ainda que a espécie *M. capixaba*, seja uma abelha de um maior porte, muitos fatores são essenciais para manter o ninho resistente aos obstáculos apresentados, e o que se sobressai são as questões climáticas.

A modelagem de potencial de distribuição para espécies raras e extinção, é um desafio, por estarem estruturadas em áreas específicas, possuindo um menor registro de ocorrência (Fletcher et al, 2012). As curvas de resposta do potencial de adaptação da espécie *M. capixaba*, para às variáveis bioclimáticas estão de acordo com as descrições de Moure e Camargo (1994), e de outros estudos que mostram que a espécie está situada em locais do bioma Mata Atlântica em regiões de clima frio e úmido (Serra, 2012), assim como a alta precipitação durante o ano.

A caracterização das respostas da espécie ao clima, é importante para avaliar os impactos de alterações de habitat em seus ecossistemas terrestres (Trindade, 2019). Por

ter uma área de ocorrência natural menor, a distribuição geográfica atual da espécie é fortemente relacionada a fatores ecológicos (Cristiano, 2009), e as condições climáticas que são adequadas para a adaptabilidade da espécie *M. capixaba* devem ser observadas, posto que os ninhos são utilizados como refúgio entre as diferentes temperaturas do ambiente, servindo como incubadora para as larvas imaturas (Serra, 2012). Uma vez que os imaturos de diferentes espécies são vulneráveis aos extremos de temperaturas, e podem vir a morrer sem a estabilidade termal dentro do ninho (Serra, 2012).

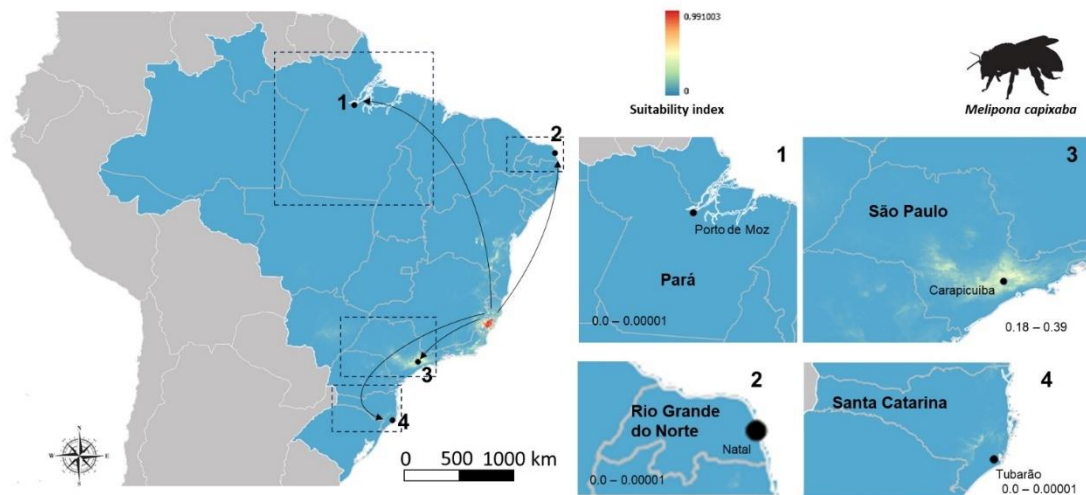
Considerando que a espécie é encontrada em regiões com o clima mais característico e específico, com locais de temperaturas mais baixas (Resende, 2012). Após estudos de preservação, Serra (2012) evidenciou que os indivíduos da espécie *M. capixaba* constroem mais invólucro em seus favos de cria, para permitir uma retenção maior de calor, bem como a maior quantidade de operárias favorece uma vantagem termorregulatória para a colmeia, ocasionando em uma temperatura mais estável dentro do ninho.

Jones & Oldroyd (2007) classifica o tipo de regulação da temperatura, como termorregulação ativa, regulação esta que é decisiva para o desenvolvimento da cria (Roldão, 2011). A termorregulação da abelha *Apis Mellifera* é feita através do controle de temperatura interna do seu ninho, onde é predominantemente realizado pelas operárias, são abelhas que suportam temperaturas variadas, pois as operárias aquecem o ninho por meio da produção do calor metabólico, e no período do verão, vibram as asas para gerar uma corrente de ar, conseqüentemente refrescando o ninho (Roldão, 2011).

No caso das abelhas nativas, a temperatura é um parâmetro essencial para a sobrevivência das espécies, seu modo de termorregulação está voltando principalmente para as camadas protetoras (feitas de cera), servindo como um isolamento estrutural, Roldão (2011) verificou que os imaturos presentes nas áreas dos favos de cria, também possuem um importante papel na produção de calor. A espécie está em alguns locais distantes da sua distribuição natural, ocasionando conseqüências diretas na sobrevivência da abelha nesses locais. Embora os locais de ocorrência natural da espécie tenham sido observados entre 800 m e 1200 m de altitude, quando próximas a florestas nativas podem ser manejadas com bons resultados a altitudes de 700 m à 800 m (Resende, 2012). Os locais de introdução da espécie, pelo tráfico ilegal está ocorrendo em quatro diferentes estados, com médias de temperatura e médias de precipitação diferentes (figura 5). Quando relacionamos os dados de ocorrência presentes na modelagem, e os dados onde a espécie está sendo introduzida pelo tráfico

ilegal dos ninhos, é possível observar que a espécie não se adapte a condições climáticas e meteorológicas desses habitats para qual foram manejadas.

Figura 5. Modelagem de distribuição da abelha *Melipona capixaba* e estados de introdução pelo tráfico



Os locais de introdução da espécie pelo tráfico ilegal estão ocorrendo em quatro diferentes estados, com médias de temperatura e médias de precipitação diferentes. Quando relacionamos os dados de ocorrência presentes na modelagem, e os dados onde a espécie está sendo introduzida pelo tráfico ilegal dos ninhos (Figura 5), é possível observar que a espécie não se adapte a condições climáticas e meteorológicas desses habitats para qual foram manejadas.

O município de Porto de Moz (PA- Pará), o município de Tubarão (SC- Santa Catarina), e o município de Natal (RN - Rio grande do Norte), possuem altitudes entre 9 m à 30 m, apenas em Carapicuíba (município do estado de São Paulo) que possui uma altitude relativa para o sucesso de sobrevivência da espécie, com cerca de 780 m de altitude. Ainda que a altitude no estado de São Paulo seja relativamente suscetível à sobrevivência da abelha *M. capixaba*, o estado possui tanto remanescentes do bioma Mata Atlântica, como do Cerrado (Gomes et al. 2009). Silveira et al (2011) conclui a partir de um levantamento, que o Cerrado possui características peculiares, porém sendo relacionados diretamente pela localização geográfica. O bioma Cerrado possui a amplitude térmica das médias mensais baixas, além de estar mais concentrado em baixas latitudes (Gomes et al. 2009), o que seria antagônico às condições climáticas essenciais para a sobrevivência da abelha *M. capixaba*. Assim como o estado de São

Paulo, outra área de introdução nos dados do tráfico, é o estado do Pará, que também é formado por outro bioma, o qual a espécie não é endêmica.

O estado do Pará está localizado dentro do bioma Amazônia, e é caracterizado por Moraes et al. (2005), com chuvas abundantes durante a estação chuvosa, e com episódios de deficiência hídrica em diversas localidades estudadas durante o período chuvoso. O que vai no sentido oposto ao que Resende et al. (2014) afirmam, onde a espécie não permanece com um bom sucesso de sobrevivência em regiões com temperaturas mais quentes e um ambiente mais úmido. O outro estado que também está na lista de translocação ilegal dos ninhos de *M. capixaba* é o Rio Grande do Norte, que possui em seu território, locais com o bioma Mata Atlântica e em sua maioria o bioma da Caatinga. Schmidt et al. (2018) relata que o bioma da Caatinga, presente no estado do Rio grande do Norte, pode ser caracterizado em sua maioria com predomínio de um déficit hídrico, uma vez que as temperaturas são altas e provocam aumento das taxas de evapotranspiração, ocasionando na diminuição de água nos solos. Local este que é improvável de um bom habitat para a espécie *M. capixaba* (figura 5).

Com o monitoramento das vendas ilegais de ninhos no comércio online, foi possível identificar que a espécie está sendo transportada para diferentes locais do país. Como relatado por Carvalho (2022), o comercio ilegal de abelhas online, ocasiona na contribuição para a mistura de populações de diversos gêneros de abelha sem ferrão pelo Brasil, assim como a introdução de espécies divergentes as condições ecológicas nas regiões de onde estão sendo introduzidas. Com o monitoramento das vendas ilegais de ninhos no comércio online, foi possível identificar que a espécie está sendo transportada para diferentes locais do país. Como relatado por Carvalho (2022), o comercio ilegal de abelhas online, ocasiona na contribuição para a mistura de populações de diversos gêneros de abelha sem ferrão pelo Brasil, assim como a introdução de espécies divergentes as condições ecológicas nas regiões de onde estão sendo introduzidas.

Com esse comércio ilícito, impacta não somente nos indivíduos da espécie que está sendo deslocada, mas como em todo meio ecológico que ela será submetida. Quando se tem a translocação dos ninhos por longas distâncias, as populações que estão nesse meio, podem estar sujeitas a parasitas e doenças associadas (Carvalho, 2022). Os patógenos podem ser transportados junto com as abelhas, e provocarem prejuízos à fauna já presente no local, tal como a espécie introduzida ser alvo. Para o trabalho em estudo, o monitoramento do tráfico não foi feito de forma desafiadora, o que traz a

problemática de que as questões legais não são respeitadas, de maneira que os órgãos de fiscalização ambiental não se fazem presentes em meio a essa demanda de políticas públicas.

Iniciativas de implementação de leis estaduais, e um maior controle e vigilância entre as leis federais, devem ser estabelecidas. Pois como afirmado por Carvalho (2022), a introdução das espécies, em regiões que ela não é de ocorrência natural, coloca em risco as populações da própria área, tal qual as áreas apícolas. Logo a introdução da espécie em outros estados, fica relacionada diretamente com a influência humana, seja por ilegalidades ou até mesmo, meliponicultores que não possuem conhecimento das conformidades presentes na lei. Moraes et al. (2005) afirma que a precipitação é amplamente reconhecida por muitos pesquisadores como a variável climatológica mais importante na região tropical, e de acordo com Roubik (1989) as abelhas aumentam, ou diminuem o ritmo das atividades de forrageamento de acordo com as condições climáticas, o que impacta diretamente na produção da meliponicultura (Oliveira, et al. 2011).

Assim é preciso observar quais locais é possível ter sucesso na criação das abelhas sem ferrão. Pois alguns meliponicultores, querendo visar somente o lucro não se atentam às condições de preservação da espécie, logo a conscientização se torna necessária por todo o Brasil.

5 CONCLUSÃO

A modelagem de distribuição de nicho é um desafio metodológico recorrente a conservação de diferentes espécies. Diante dos resultados expostos, é evidente que a *Melipona capixaba* é uma espécie de abelha com área de ocorrência restrita. Nossa modelagem mostrou que a expansão ilegal de *M. capixaba* para diferentes regiões do país, deve ser visualizada com grande preocupação, visto que as condições ambientais dos locais de introdução ilegal não apresentam as características climáticas necessárias para a estabelecimento desta espécie, além disso, observamos que o tráfico é impulsionado pelo comércio online, onde ocorre ausência de fiscalização eficaz, resultando em sérias ameaças ao equilíbrio ecológico. E por fim, a preservação da *Melipona capixaba* não é apenas uma questão de conservação de uma espécie específica, mas também implica na proteção de ecossistemas, biodiversidade e na promoção de práticas sustentáveis. A colaboração entre comunidades, cientistas e autoridades é essencial para enfrentar esses desafios e assegurar a sobrevivência dessa espécie única no contexto do delicado equilíbrio ambiental brasileiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALLA, A.V.D. **A proteção da fauna e o tráfico de animais silvestres**. Dissertação (Mestre em Direito) – p. 235. 2007.
- CARVALHO, A.F. Ilegalidades no comércio online de abelhas sem ferrão no Brasil. **Acta Biológica Paranaense**, v. 51, p. 1-15, set. 2022.
- CRISTIANO, M.P. **Variabilidade genética e filogeografia da espécie ameaçada de extinção *Melipona capixaba* moure & camargo (hymenoptera: apidae)**. Dissertação (Magister Scientiae em Genética e Melhoramento) - p. 59, 2009.
- FLETCHER JR., R.J. A practical guide for combining data to model species distributions. **Ecological Society of America**, n. 100, p. 1-15, 2019.
- GOMES, I.N. **Bioensaios em Laboratório Indicam Efeitos Deletérios de Agrotóxicos sobre as Abelhas *Melipona Capixaba* E *Apis Mellifera***. Dissertação (Magister Scientiae em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários) - p. 59, 2017.
- MAIA, U.M. Meliponicultura no Rio Grande do Norte. **Brazilian journal of Veterinary Medicine**, v. 37, n. 4, p. 327-333, dez. 2015.
- MAIA, U.M. Pollen Sources for *Melipona capixaba* Moure & Camargo: An Endangered Brazilian Stingless Bee. **Hindawi Publishing Corporation**, v. 2011, n. 4, p. 1-7, abr. 2011.
- MELO, G.A.R. Notes on the Nesting Biology of *Melipona capixaba* (Hymenoptera, Apidae). **Journal of the Kansas Entomological Society**, Apr., Vol. 69, No. 2, pp. 207-210, 1996.
- MOURE, J.S.; CAMARGO, J.M.F. *Melipona* (Michmelia) *capixaba*, uma nova espécie de Meliponinae (Hymenoptera, Apidae) do Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 11, n. 2, p. 289-296, 10 mar. 1994.

- NOGUEIRA, J. **VARIABILIDADE GENÉTICA DE *Melipona capixaba* MOURE & CAMARGO, 1994 (HYMENOPTERA: APIDAE), ESPÉCIE AMEAÇADA DE EXTINÇÃO: SUBSÍDIOS PARA SUA CONSERVAÇÃO.** Dissertação (Magister Scientiae em Biologia Celular e Estrutural.) - p. 66, 2009.
- OLIVEIRA, L.F.; DIAS, V.H.P.; COSTA, E.M.; FILGUEIRA, M.A.; SOBRINHO, J.E. Influência das variações climáticas na atividade de vôo das abelhas jandairas *Melipona subnitida* Ducke (Meliponinae). **Ciência Agrônômica**, v. 43, n. 3, p. 598-603, jul-set, 2012.
- PEDRO, S.R.M. The Stingless Bee Fauna In Brazil (Hymenoptera: Apidae). **Sociobiology**, v. 61, n. 4, p. 348-354, 2014.
- PESSOA, I.P. **ESTUDO DO POTENCIAL BIOATIVO DO PÓLEN DE POTE DE *Melipona capixaba* (Hymenoptera: Apidae).** Dissertação (Mestre em Ciências Farmacêuticas) - p. 79, 2022.
- PHILLIPS, S.J, DUDÍK, M., SCHAPIRE, R.E. A Maximum Entropy Approach to Species Distribution Modeling. **Vigésima Primeira Conferência Internacional sobre Aprendizado de Máquina - ICML '04.**
- RESENDE, Helder Canto. **FILOGEOGRAFIA E CONSERVAÇÃO DE *Melipona capixaba* Moure e Camargo, 1994 E *Melipona scutellaris* Latreille, 1811, E BIOGEOGRAFIA DO GÊNERO *Meliponalliger*, 1806 (HYMENOPTERA: APIDAE).** Tese (Doctor Scientiae.) - 2012.
- RESENDE, H.C.; SALOMÃO, T.M.F.; TAVARES, M.G; CAMPOS, L.A.O Distribuição geográfica, principais desafios e perspectivas para a conservação da ameaçada abelha sem ferrão *Melipona capixaba* Moure e Camargo (Hymenoptera: Apidae). **Sociobiologia**, Feira de Santana, Brasil, v. 4, pág. 529–535, 2014.
- RESENDE, H.C. Geographic Distribution, Key Challenges, and Prospects for the Conservation of Threatened Stingless Bee *Melipona capixaba* Moure and Camargo (Hymenoptera: Apidae: Meliponini). **Sociobiology**, [S. l.], v. 61, p. 529-535, 2014.

- RIOS, B.D. **GENOTIPAGEM DE COLÔNIAS DE ABELHA AMEAÇADA DE EXTINÇÃO INDICA IMPORTÂNCIA GENÉTICA DE POPULAÇÕES MANEJADAS PARA A CONSERVAÇÃO DE *Melipona capixaba* (HYMENOPTERA: APIDAE)**, Dissertação (Magister Scientiae em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários) - p. 93, 2018.
- ROLDÃO, Y.S. **Termorregulação colonial e a influência da temperatura no desenvolvimento da cria em abelhas sem ferrão, *Melipona scutellaris* (Hymenoptera, Apidae, Meliponini)**, Dissertação (Mestre em ciências) – p. 107, 2011.
- SERRA, B.D,V. Modeling Potential Geographical Distribution of the Wild Nests of *Melipona capixaba* Moure & Camargo, 1994 (Hymenoptera, Apidae): Conserving Isolated Populations in Mountain Habitat. **Brazilian Journal of Nature Conservation**, v. 10, p. 199-206, 2022.
- SILVEIRA, F.A.; Melo, G.A.R. de; Campos, L.A. de O.; Filho, P.O.J.M.; Pedro, S.R. ***Melipona* (Michmelia) *capixaba* Moure & Camargo, 1994**. In Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (Org.). **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção.**; Brasília - DF:ICMBio/MMA; 2018.
- TRINDADE, C.F.W. **Modelagem de distribuição das formações vegetais do estado do paraná: passado, presente e futuro**. Dissertação (Mestre em Ciências Biológicas) - p. 173, 2019.